

351.14676126 \$6.94 US

Derwent WPI

(c) 2005 Thomson Derwent. All rights reserved.

3/5/1

014676126 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2002-496830/200253

XRFX Acc No: N02-393394

**Sub-marine power supply system has power supply circuit  
whose output ends output DC electric power of different polarities, and  
are connected to power lines in sub-marine cables that connects several  
sub-marines**

Patent Assignee: KAIYO KAGAKU GIJUTSU CENT (KAIY-N); NIPPON DENKI KAIYO ENG  
KK (NIDE )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2002164820	A	20020607	JP 2000357839	A	20001124	200253 B

Priority Applications (No Type Date): JP 2000357839 A 20001124

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2002164820	A		10	H04B-003/44	

Abstract (Basic): JP 2002164820 A

NOVELTY - A power supply circuit and an electric power feeder (3) are connected by a cable (8). The output ends of the power supply circuit output DC electric power with different polarities with respect to a common electric potential point. The output ends are connected to the power lines in the sub-marine cables (2) connecting several sub-marines (1).

USE - For using sub-marines as observation devices to obtain seismograph data.

ADVANTAGE - Increases reliability, as the sub-marine devices are not much affected by the power supply failures.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the sub-marine power supply system. (The drawing includes non-English language text).

Sub-marine (1)

Sub-marine cables (2)

Electric power feeder (3)

Cable (8)

pp; 10 DwgNo 1/12

Title Terms: SUB; MARINE; POWER; SUPPLY; SYSTEM; POWER; SUPPLY; CIRCUIT; OUTPUT; END; OUTPUT; DC; ELECTRIC; POWER; POLARITY; CONNECT; POWER; LINE; SUB; MARINE; CABLE; CONNECT; SUB

Derwent Class: W02; X12

International Patent Class (Main): H04B-003/44

International Patent Class (Additional): H02G-015/14

File Segment: EPI

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-164820

(P2002-164820A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 3/44

H 0 4 B 3/44

5 G 3 7 5

H 0 2 G 15/14

H 0 2 G 15/14

5 K 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-357839(P2000-357839)

(22) 出願日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(71) 出願人 000124982

海洋科学技術センター

神奈川県横須賀市夏島町2-15

(71) 出願人 000232184

日本電気海洋エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市中原区小杉町1丁目403番地

(72) 発明者 三ヶ田 均

神奈川県横須賀市夏島町2番地15 海洋科学技術センター内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

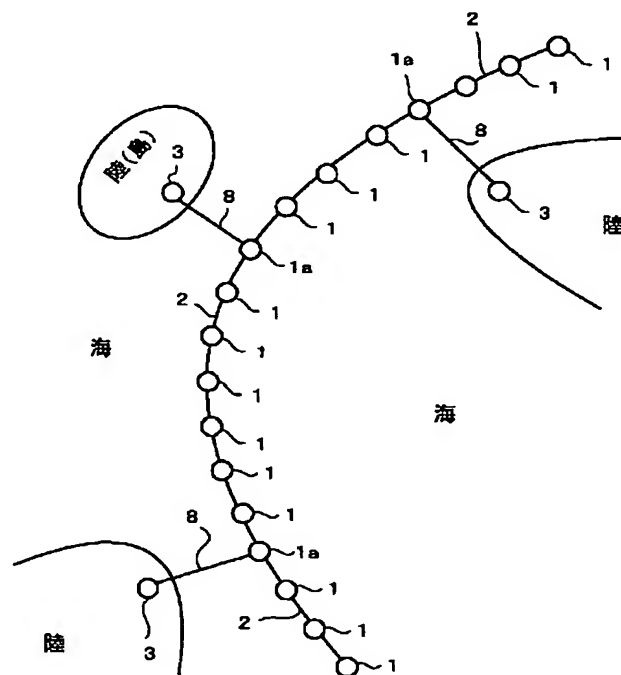
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 海底給電方式

(57) 【要約】

【課題】多数の海底装置が海底ケーブルにより鎖状に接続された海底施設の給電に対する信頼性を向上させる。給電端子電圧を低くして、装置や部品を安価にするとともに信頼性を向上させる。単に両端から給電する給電形態だけでなく、複数の陸上給電装置から給電を可能にするとともに、海底施設を枝状あるいは環状に構成することができるようにする。

【解決手段】陸上の給電装置に対応して海底装置の複数の給電回路を実装し、その給電回路と陸上の給電装置とを陸揚げケーブルにより接続し、その給電回路から海底ケーブルの両方向にそれぞれ極性の異なる直流定電流を供給する。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】多数の海底装置と、この海底装置を鎖状に接続する海底ケーブルと、この海底装置に電力を供給する陸上の給電装置とを備え、前記海底装置の電源回路は前記海底ケーブル内の電力線により直列に接続された海底給電方式において、前記陸上の給電装置が複数設けられ、この複数の給電装置のそれぞれに対応する複数の海底装置にはそれぞれ給電回路が設けられ、この給電回路の入力端と前記給電装置とをそれぞれ接続する陸揚げケーブルを備え、この給電回路には共通電位点に対して極性の異なる直流電力を出力する二つの出力端が設けられ、この二つの出力端はその海底装置に接続された前記海底ケーブルのそれぞれ異なる方向の前記電力線に接続されたことを特徴とする海底給電方式。

【請求項 2】前記給電回路は、前記二つの出力端と前記共通電位点との間に接続され等しい値の出力電流を送出する二つの定電流電源を含む請求項 1 記載の海底給電方式。

【請求項 3】前記定電流電源はそれぞれ給電を停止した状態でその出力インピーダンスが十分に低くなるように設定された請求項 2 記載の海底給電方式。

【請求項 4】前記共通電位点と海水の電位とを接続する通路に設けた開閉回路と、前記給電回路の二つの定電流電源が共に給電状態にあるときにこの開閉回路を自動的に閉じその二つの定電流電源の少なくとも一方が給電を停止したときにこの開閉回路を自動的に開く第一の制御回路とを備えた請求項 3 記載の海底給電方式。

【請求項 5】前記第一の制御回路を操作により無効化する手段と、この第一の制御回路を無効化した状態で前記開閉回路を操作により閉または開に操作する手段とを備えた請求項 4 記載の海底給電方式。

【請求項 6】前記海底装置には、その電源回路の入力側電力線と海水の電位との間に挿入された入力側開閉回路と、その電源回路の出力側電力線と海水の電位との間に挿入された出力側開閉回路と、海水に対する前記電力線の電位を監視してその電位が変動したときに前記入力側開閉回路または前記出力側開閉回路のいずれかを閉じる第二の制御回路とを備えた請求項 2 記載の海底給電方式。

【請求項 7】前記海底装置にはその電源回路に直列に挿入された低域濾波器を設け、前記第二の制御回路は、サージ電圧の到来側を識別する手段と、この手段により識別されたサージ電圧の到来側の前記入力側開閉回路または前記出力側開閉回路を閉じる手段とを備えた請求項 6 記載の海底給電方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、海底ケーブルにより鎖状に接続された海底装置に対して、海底ケーブルに

## 2

実装された電力線を介して海底装置の動作に必要な電力を供給するための方式に関する。本発明は、海底に設置する地震計などの海底観測装置に利用するために開発された装置であるが、光ファイバや同軸ケーブルなどを伝搬する通信信号を中継する海底中継装置にも同様に利用することができる。本発明は、海底ケーブルの一部が切断されるなどの障害が発生しても、複数の給電装置が相互に補完して海底装置に対して給電を継続することができる給電方式に関する。

## 10 【0002】

【従来の技術】海底ケーブル通信方式では、多数の海底装置に通信信号を再生または増幅する中継装置をそれぞれ実装し、この海底装置を海底ケーブルにより鎖状に接続し、これを陸上の二点間の海底に敷設する技術が旧くから知られている。このような海底ケーブルには電力線が実装され、各海底装置ではその電源回路がこの電力線に直列回路を構成するように接続される。そしてこの電力線に両端の陸上給電装置から、一定値の直流電流（直流定電流）を送電して、各海底装置ではその直流定電流の電圧降下分をそれぞれ電力として利用するようになっている。

【0003】このような構成の海底ケーブル通信方式では、何らかの原因により海底ケーブルが切断されると、その切断箇所で海底ケーブル内の電力線が海水に接することになるから、海水を帰路とするループが形成されて、両端の陸上給電装置の出力端の電圧は変化しても、直流定電流は維持されて各中継装置の電源回路は維持される。これにより、かりに通信信号の伝送が切断箇所で途切れても、各中継装置の電源回路が維持されているから、切断箇所の探索および復旧などの措置を合理的にかつ短時間で行うことができる。

【0004】一方、海底ケーブルの障害は陸揚げケーブルなど浅海部分で多く発生することから、浅海と深海の境界に設置される海底装置に分岐回路を設けて、陸揚げケーブルを二重化する方式が知られている（特公平 8-15370 号公報（特許第 211231 号）、特許第 2805197 号）。これは浅海部分で二重化された海底ケーブルの一方が切断されても、他方の海底ケーブルを利用して通信信号および電力の伝送を維持するように構成したものである。この従来方式には、海底ケーブルの分岐装置で電力線を海水の電位に接続するための開閉スイッチを設けて、切り替えにより利用しない側の岐路になる海底ケーブルの電力線についても、その電力供給を接地電位を経由して維持するための技術が開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来技術は、いずれも陸上の二点間を結ぶ通信路を構成するものであって、通信路となる海底ケーブルの両端となる陸揚げ局から、海底ケーブル内の電力線を介して給電を行う

## 3

ことが基本的な考え方である。そして浅海でケーブル障害が深海に比べて多発するとの統計に基づき、浅海部分を重複化してこれを救済しようとするものである。しかし、今後海底ケーブルにより鎖状に接続される海底施設は、かならずしも線状であるとは限らず、その両端で陸揚げをするように設計するように限るものではなくなる。すなわち、海底ケーブルを網状に接続して3箇所または4箇所に陸揚げケーブルを設けるように設計することが可能であれば、さらに合理的なあるいは自由度の大きい通信網の構築が可能になる。海底通信装置の陸揚げ点の立地条件などから、かならずしも一端が給電点になることが合理的であるとは限らない。一つのシステムに給電点を3以上設けることができるなら、海底施設の電力給電に対する信頼性を飛躍的に向上させることができる。また、両端が給電点になる場合には、定電流で電力を供給すると、海底装置の数に比例して端子電圧が高くなるから、陸揚げ局の電源装置の給電端子電圧がきわめて高くなる場合がある。給電点を多数配置することができるなら、一つの電源装置の端子電圧を低くすることが可能になる。電源装置の端子電圧を低く設計することができるなら、電源装置のみならず、ケーブルおよび全海底装置が安価になるとともにその信頼性が向上する。

【0006】上記従来例装置では、海底ケーブルの二箇所所で電力線が接地されるような障害が発生したときには、その二箇所の間にある海底施設には給電を継続することは全く不可能である。

【0007】通信用の海底ケーブル施設以外のものでは、例えば海底観測装置の場合などでは、海底の特定の領域に多数の観測装置を集中的に配置するなど、海底ケーブルを枝状あるいは環状に構成することが必要になる場合がある。さらに、漁業権の問題や漁業機器の高度化により、陸揚げケーブルを重複させて信頼性を向上させることは必ずしも適当であるとは限らない場合が発生している。陸揚げケーブルの数は、一つの網状ケーブルの施設でできるだけ少なくするとともに、漁業に利用されない海域に陸揚げケーブルを設置することが望ましい場合がある。

【0008】本発明はこのような背景に行われたものであって、海底ケーブルを枝状または網状もしくは環状に形成することを可能にする電力供給方式を提供することを目的とする。海底施設に対する電力供給の信頼性を向上することを目的とする。本発明は、海底ケーブルの二箇所以上で電力線が接地されるような障害が発生した場合にも対応することができる海底給電方式を提供することを目的とする。本発明は、一つの海底施設に対して3以上の陸上給電装置を配置することが可能であり、海底施設の給電に対する信頼性を飛躍的に向上させることを目的とする。本発明は、給電回路の出力端子電圧を低くすることができる海底給電方式を提供することを目的とする。本発明は、高い信頼性を有する海底施設を安価に

## 4

提供することを目的とする。本発明は、海底区間の一部に障害が発生しこれを修理する場合に、修理のために給電を一時停止する区間を最小限にすることができる海底給電方式を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、多数の海底装置(1)と、この海底装置(1)を鎖状に接続する海底ケーブル(2)と、この海底装置(1)に電力を供給する陸上の給電装置(3)とを備え、この海底装置(1)の電源回路(5)は前記海底ケーブル内の電力線(4)により直列に接続された海底給電方式であって、前記陸上の給電装置(3)が複数設けられ、この複数の給電装置(3)のそれぞれに対応する複数の海底装置(1a)にはそれぞれ給電回路(6)が設けられ、この給電回路(6)の入力端(7)と前記給電装置(3)とをそれぞれ接続する陸揚げケーブル(8)を備え、この給電回路(6)には共通電位点(10)に対して極性の異なる直流電力を出力する二つの出力端(11、12)が設けられ、この二つの出力端(11、12)はその海底装置(1a)に接続された前記海底ケーブル(2)のそれぞれ異なる方向の前記電力線(4)に接続されたことを特徴とする。

【0010】上記括弧内の数字は、後から説明する実施例図面の参照数字である。これは発明の構成が理解しやすいように付すものであって、本発明の構成を実施例の構成に限定して理解するためのものではない(以下同じ)。

【0011】この構成により、陸上から電力を送る給電装置(3)は、一つのシステムについて2個、3個、4個・・・と任意に多くすることができるとともに、この複数の給電装置が相互に連携してシステムに給電を行い、一つの給電装置が動作を停止しても他の給電装置が自動的にこれを補完するから、電力供給の信頼性をシステムに必要な程度に十分に高くすることができる。本発明の構成では給電装置の両側に電力を送ることが可能であるから、異なる給電区間の二箇所所で同時に電力線が接地電位に接触するような障害が起きた場合にも、すべての海底装置に電力供給を継続することができる。

【0012】この給電回路(6)は、前記二つの出力端(11、12)と前記共通電位点(10)との間に接続され等しい出力電流を送出する二つの定電流電源(13、14)を含む構成とすることができる。この定電流電源(13、14)はそれぞれ給電を停止した状態でその給電極性の逆方向の出力インピーダンスが十分に低くなるように設定されることがよい。定電流給電を行うと給電端の端子電圧は海底装置の数に比例して増大するが、本発明の構成では給電装置の数を多くすることができるから、海底装置の数が大きくなっても端子電圧はむやみに大きくならない。端子電圧を低くすることにより、給電回路をはじめ全システムの信頼性は著しく向上

## 5

するとともに、絶縁部品が小型化されて装置全体が小型に構成できることになる。全体として電源装置が安価になる。上記「出力インピーダンスが十分に低く」とは、給電を停止した定電流電源の出力インピーダンスは、たとえば出力側から導通状態の半導体スイッチが見えるなどほとんど零になることが望ましいことを意味する。しかし、給電を停止した定電流電源が他の定電流電源にとって大きな負荷になり給電を継続することが不能になることがない程度であれば、ある程度のインピーダンス値を持つこと、すなわちある程度の電圧降下を生じさせることは許容できる。給電が停止した状態で出力インピーダンスを低くすることは、実用的には定電流電源の出力端子間に逆電圧に対する耐圧の大きいダイオードを逆方向に接続することにより実現することができる。

【0013】前記共通電位点(10)と海水の電位とを接続する通路に設けた開閉回路(15)と、前記給電回路(6)の二つの定電流電源(13、14)が共に給電状態にあるときにこの開閉回路を自動的に閉じその二つの定電流電源(13、14)の少なくとも一方が給電を停止したときにこの開閉回路を自動的に開く第一の制御回路(16)とを備えた構成とすることができる。

【0014】この構成により、定電流電源(13、14)が正常に動作しているときには、海底ケーブル(2)内の電力線(4)の接地電位に対する電圧を低くするとともに、定電流電源の一つが障害状態になったときには隣接する給電回路(6)および全システムの電力を利用して給電を維持させることができる。

【0015】前記第一の制御回路(16)を操作によりオートモードまたはマニュアルモードに設定する手段と、この第一の制御回路を無効化した状態(マニュアルモード)で前記開閉回路(15)を操作により閉または開に操作する手段とを備えた構成とすることができる。この構成により、海底障害区間の修理を行う場合の給電停止区間を最小限にすることができる。

## 【0016】

【発明の実施の形態】実施例図面を用いて説明する。図1は本発明実施例海底給電方式の説明図である。この例は多数の海底装置1(および1a)を海底ケーブル2により鎖状に接続して海底に敷設した海底施設である。図2は各海底装置1および海底ケーブル2のブロック構成図である。この海底装置1は、それぞれ内部に地震計その他の計測装置21と、その計測装置21の出力を通信信号として伝送する中継装置22とを備える。計測装置21および中継装置22には給電回路6から必要な電力が供給される。給電回路6は海底ケーブル2の内部の電力線4に接続され、さらに具体的には電力線4に直列回路を構成するように接続され、電力線4に供給されている定電流にこの電源回路5で生じる電圧降下分がこの海底装置1の必要な電力となる。計測装置21では計測データをデジタル信号に変換し、中継装置22から通信

## 6

信号として伝送するように構成されているが、本発明はその主題が給電方式であるから、この計測装置21および中継装置22の詳しい内部構成については説明を省略する。

【0017】図1に示すように、この海底施設は3箇所  
10  
で陸上の給電装置3と陸揚げケーブル8により接続されている。この陸揚げケーブル8に接続された海底装置1aは、図3に示すように、他の海底装置1と同様に計測装置21および中継装置22を備えるほかに、陸上の給電装置3から送電される電力を直流定電流に変換して各海底装置1に送電する給電回路6を備えている。この給電回路6の入力端7は陸揚げケーブル8に接続され、2  
20  
個の出力端子11および12は、それぞれ海底ケーブル内に設けられた電力線4に接続される。そして本発明の特徴として、この2個の出力端11および12は、鎖状に接続されたケーブルの異なる方向に異なる極性の電流を供給するように構成されている。すなわち、入力端7に受電した電力は、共通電位点10で接続された二つの出力極性のことなる定電流電源13および14に供給される。

【0018】図3に示すように、給電回路6に設けられた二つの極性の異なる定電流電源13および14は共通電位点10で相互に接続されているが、この共通電位点は開閉回路15により接地電位(海水の電位)に接続することができる。この開閉回路15は制御回路16により制御される。この制御回路16は、全体が正常な動作を継続していて、二つの定電流電源13および14からそれぞれ異なる方向に一定の電流を供給している状態では、開閉回路15を開(接)に制御している。しかし、二つの定電流電源13および14のいずれかが動作を停止したときには、これを自動的に検知して開閉回路15を開(断)に制御する。

【0019】すなわち、二つの定電流電源13および14が共に正常な動作をしているときには、出力端12に送出した電流の帰路は接地電位となり開閉回路15を介してこの定電流電源13および14に戻るように形成される。定電流電源13および14の一方が動作を停止したときには、正常に動作を続けている定電流電源の出力端電圧が自動的に上昇し、開閉回路15を開いて動作を停止した定電流電源をバックアップする。このときその動作を継続する定電流電源は接地電位にたいしてフロート状態となる。定電流電源13および14は、その動作を停止したときには出力端子のインピーダンスが十分低くなるように設計されていて、一つの定電流電源13または14がその動作を停止しても、他方の定電流電源は動作を継続して定電流を送電しつづける。

【0020】図1に戻って、この海底施設は海底ケーブルで鎖状に接続されているが、その両端から給電が行われるのではなく、陸上の給電装置3に接続するために都合のよい3箇所から給電が行われ、その両端の海底装置

## 7

1では給電電力の帰路を海水の電位に、あるいは海底ケーブル2の内部に電力線4とは別に設けた給電電力の帰路に接続される。この図1の例では、陸上の給電装置3は3箇所のみであり、陸揚げケーブル8も対応して3個であるが、海底装置1が必要とする電力に応じて、また利用できる島あるいは半島などを利用して、一連の海底施設に対していくつでも給電装置3を設けることができる。したがって、一つの給電回路6が送出する直流定電流の端子電圧はむやみに高くなることはない。また、海底ケーブル2のいずれかの箇所で、あるいは海底装置1のいずれかで、給電障害が発生しても全体の給電が停止するようなことはなく、装置を動作状態に維持することができる。

【0021】図3で給電回路6の入力端7には陸上の給電装置3から陸揚げケーブル8を介して電力が供給されるが、これはこの例では直流給電である。すなわち図3にはその構成を示す図が省略されているが、定電流電源13および14はそれぞれDC-DCコンバータであって、入力端7に供給される直流電力を定電流として出力するように構成されている。この入力端7に供給する電力を交流として設計することもできる。その場合には、給電回路6の内部に整流回路および直流定電圧制御回路を設け、その出力を定電流電源13の電源入力とすることになる。

【0022】さらに本発明の原理を見方をかえて説明する。図4に示すように両方向に給電する海底観測システムが図のように2システムあるとする。陸上の給電装置3から陸揚げケーブル8を介して海底装置に実装された給電回路6は、正負の直流定電流電源13および14を有する。このようなシステムが2システム隣接して設置されている場合を考えると、両システムの海底装置1が等しい給電電流で動作しているとすれば、図4において、左側の給電回路6から給電される右端の海底装置1と、右側の給電回路6から給電される左端の海底装置1はそれぞれ接地されているから（図4の矢印）、これを接続してしまってもなんら問題はない。しかも左側の海底装置1の接地に流れる電流と右側の接地電流とは大きさが等しく向きが逆であるから、両接地をひとまとめにすると接地電流は零となる。したがって接地しておく必要がなくなる。ただし接地を外したときこの点の対地電圧が零になるとは限らない。

【0023】この様子を図5に示す。この状態で、かりに右側の給電装置3が故障して（図5のX印）、給電が不能になったものとする。このとき対応する給電回路6の共通電位点の接地をはずせば（図5のx印）、左側の給電回路6から供給される直流定電流は、右側の給電回路6の定電流電源13および14を通過して、右端の海底装置1まで流れ、海底装置1はその全部が正常に動作する。すなわちこのシステムはいっさい給電障害の影響を受けないことになる。これは、左側の陸上給電装置が

## 8

故障した場合も同様である。これによりシステム全体が給電障害になる確率は1系統の障害発生確率の2乗となるから、システム障害の確率はきわめて小さくなる。

【0024】図6は上で説明した構成をさらに一般化して表示するものである。すなわち、海底装置1のきわめて多数を海底ケーブルにより鎖状に接続し、陸上の給電装置3を数個（この例では4個）設け、この給電装置3に対応する海底装置1aにはそれぞれ給電回路6を設けたものである。さらにこの一連の海底施設の両端には給電回路6の片側ずつを分割して、定電流電源13aおよび14aを設ける。このように構成することにより、いずれかの給電装置3または給電回路6が動作を停止することがあっても、対応する給電回路6の開閉回路15を開くことによりシステム全体の電力供給を継続することができる。

【0025】ここでこの図6に説明する例では、各海底装置1に正常動作時には開に維持されている給電路接地用の第二の開閉回路32を設けてある。特定の海底装置1でこの第二の開閉回路32を閉じるとその点で海底ケーブル2内に実装された電力線4が接地される。すなわち、海底ケーブルに切断障害が発生したときに、その切断障害が発生した点の両側でそれぞれ最も近い海底装置1で、この第二の開閉回路32を閉じることにより給電経路を確保することができる。この図では海底装置一つに対して開閉回路32を一つのみ示すが、本来はこの開閉回路32を二つ設けることがさらに好都合である。次にこの第二の開閉回路32についてさらに詳しく説明する。

【0026】図7は一つの海底装置1の構成図であり、その電源回路5の両側に海底ケーブル内に実装された電力線4を接地することができる二つの開閉回路、すなわち第二の開閉回路32および第三の開閉回路33が設けられている。いま、電力線4に矢印で示すような給電電流が流れているものとする。この電力線4がこの電源回路5の左方または右方で断線になったとする。この断線点がこの電源回路5の左方であれば、この電源回路5には負のステップ状サージ電圧が到来する。この断線点がこの電源回路5の右方であれば、この電源回路5に正のステップ状サージ電圧が到来する。電流サージで考えるとこれらとは逆極性のサージが到来する。この二つの開閉回路（第二の開閉回路32および第三の開閉回路33）を制御する第二の制御回路は、この電力線4から到来するサージの方向を検出し、その到来した方向の開閉回路を閉じることにより給電回路を維持することができる。

【0027】図8に、上記のように構成した場合の正常動作時の電圧分布を示す。ここでは陸揚げケーブル8の数は4とする。それぞれ給電回路（図示せず）で区切られた「区間」の数は5となる。いま、給電回路6に設けた第一の開閉回路15はすべて閉じている。したがって

各給電回路 6 の共通電位点 10 の電位は零となる。海底装置 1 はすべて同一規格であって、一つの海底装置 1 では給電回路 6 から供給される定電流に対して電圧降下  $a$  を生じるものとする。一つの「区間」の海底装置の数は  $k$  であるとする、1 区間の電圧降下はケーブル上での電圧降下を無視して  $ak$  となる。図 8 の下段はこの電圧分布の状態を示す。すなわち、1 区間の最大対地電圧は  $ak/2$  となる。これは両端から給電する場合には両端の給電回路出力端でその最大対地電圧が  $4ak$  になることを考えると、本発明により枝状の給電を行うことにより最大対地電圧をきわめて低くすることができることがわかる。

【0028】いま図 8 において、左端の定電流電源 13 と右端の定電流電源 14 は、いずれもその端部は接地状態であるから、これをついに連結して、つまりこの一連の海底施設をループ状に接続しても、まったく同様に動作する。すなわち、本発明の構成では、海底施設は一本の紐状でなくともループ状でもよいことになる。

【0029】次に給電障害に対する耐力について説明する。

【0030】(1) 陸上の給電装置、陸揚げケーブル、または海底装置の給電回路が障害になった場合この様子を図 8 にならって図 9 に示す。ここでは例として、左から二番目の陸揚げケーブル 8 が障害になったものとする(図 9 の X 印)。そうするとこれに対応する第一の開閉回路は開状態となり、その給電回路 6 の接地は切り離される。この状態では隣接する給電回路 6 の出力端の電圧はそれぞれ  $ak$  に上昇する。給電を停止した左から二番目の給電回路 6 の共通電位点は必ずしも対地電位が零にはならない。しかし、すべての海底装置には給電が継続される状態となる。

【0031】この状態でさらに隣の陸揚げケーブル 8 が障害になったものとする(図 9 の破線の X)。この場合も上記一つの障害と同様に対応する給電回路 6 の第一の開閉回路 15 は開放されて、図 9 の下段に破線で示すような電位分布となって、すべての海底装置に給電が継続される。さらに別の陸揚げケーブルに障害が発生しても、1 枝だけ正常であれば全システムにわたり給電は維持されることになる。

#### 【0032】

(2) 幹線ケーブルで地絡障害が発生した場合

(2-1) 陸揚げ局用定電流電源を含む定電流電源に挟まれるいずれかの区間で発生した場合  
この場合は障害点が強制的に接地されることになる。いま二つの陸揚げケーブルの間の区間で障害が発生したとする(図 10 の X 点)。正常時は両側の給電回路によりその電力供給は半分ずつ分担されていて、接地に対する零電位点は区間のほぼ中央であった。これに対し、障害点が接地されたため、零電位点が強制的に障害点に移る。そのため、両側の給電回路の分担電圧が変化する。たとえば、この区間の海底機器数を  $k$ 、この区間の中間

点から障害点までの海底機器数を  $j$  (中間点より右へ数える) とすると、右側の給電回路では出力端電圧が  $ka/2$  から、 $a(k/2+j)$  に左側の給電回路では出力端電圧が  $-ka/2$  から  $-a(k/2-j)$  に変化する。

【0033】しかし全区間にわたって給電電流変化はないから、給電系から見る限りシステム障害にはならない。通信伝送路としては、障害点で問題が起こったとしても、各陸揚げケーブルから別ルートを経由して個々の海底機器との通信が保たれるよう伝送路を構成しておけば、通信信号についてもある条件のもとに維持することができる。

【0034】この場合、接地された点では接地に対して電流は流れないので、以上のことが各区間で 1 か所であれば複数区間で同時に発生しても、各海底分岐装置の分担電圧が変化するのみで、全体の給電電流に変化は起こらず、システム障害にはならない。

【0035】いま地絡点が 1 箇所であるとしたが、ケーブルが 1 箇所で断線し、分断された両方面への 2 つの断点が同時に地絡しても、それは 1 箇所と見なすことができる。1 区間内で海底装置を介して 2 箇所以上の点で同時に地絡障害が発生すると、障害点がそれぞれ零電位になるので、障害点に挟まれた間だけは給電が不能になり、その間に設置された海底装置のみが不動作となる。

【0036】(2-2) システム端末が陸揚げ局でない時の端末区間のいずれで発生した場合

図 11 に示すように、この場合の例として左端が陸揚げケーブルでなく、海中で接地されているものとする。そして図 11 に示す X 点で電力線が接地される障害が発生したものとする。この場合は障害点 X よりケーブル端末側に向かっては給電することは不可能となる。すなわち障害点までの海底装置は動作するがその先の海底装置は不動作となる。この区間で複数の地絡障害が同時に発生したとしても、給電回路から直近の障害点までの海底機器までは給電されるが、それ以遠の海底機器は不動作となる。

#### 【0037】

(3) 海底ケーブルの給電路が断線した場合

図 12 にこの場合の例を示す。二つの陸揚げケーブル 8 の間の区間で、海底ケーブル内の電力線が断線し(図 12 の X 点)、これが海水には接していないものとする。給電中のケーブルが断線すると、断線点から、左右に向かって逆局性の電圧、および電流サージが発生し海底ケーブル内の電力線を伝搬する。このサージは、障害点の左および右にある海底装置の電源回路で検出され、上述のように制御回路の制御により障害点に当面する上記第二の開閉回路 32 および第三の開閉回路 33 が自動的に閉じる。サージはさらに左右に伝搬するが、二つの開閉回路 32 および 33 が閉じるので、ステップ状のサージは、断線点の両端の海底装置を超えた後は、パルス状のサージに変化する。このパルス状のサージは低周波エネ



ルギー成分が少なく、海底装置の電源回路には低域濾波特性を持たせてあるのでここで減衰を受ける。このパルス状サージは次の区間を伝搬するときにはケーブルによりさらに減衰を受けるので、次の海底装置の開閉回路 32 または 33 を閉じるようなことはない。

【0038】このように第二の開閉回路 32 および第三の開閉回路 33 が動作した状態は、前述の(2)の場合の給電路が 1 箇所で地絡したことと等価となり、定電流電源に挟まれた区間内での 1 箇所の断線であれば、全部

の海底装置に対して給電が継続される。

【0039】また、電源回路と海底装置との間で断線となった場合でも定電流電源は正常に動作しているので第一の開閉回路は閉のままである。したがってこの場合も全海底機器は動作を継続することができる。

【0040】以上説明した障害種別とシステムの受ける影響を整理すると、表 1 のようになる。

【0041】

【表 1】

分類	両端給電	両端接地
1 給電回路断	○	○
複数給電回路断	○	○
区間内 1 箇所地絡 (区間は複数の場合を含む)	○	端末区間は海底分岐装置から地絡点以遠不動作
区間内複数点地絡	海底分岐装置から直近の地絡点相互間是不動作	端末区間は海底分岐装置から直近の地絡点以遠不動作
区間内 1 箇所断線 (区間は複数の場合を含む)	○	端末区間は海底分岐装置から断線点以遠不動作
区間内複数点断線	両海底分岐装置から直近の断線点間是不動作	端末区間は海底分岐装置から直近の断線点以遠不動作

注、○は全海底機器動作

【0042】以上、障害状況の種別ごとの対応動作を述べてきたが、システム保守者は、これら障害がどこで発生したかを迅速に把握し、早期に修理回復を図らなければならない。本発明では、いずれの種類の障害に対しても、障害発生区間に対応する海底分岐装置内の定電流電源の出力電圧が正常時から変動する。また、断線障害に対しては、海底機器内の給電接地用スイッチが動作する。また、本発明では、システムが全区間にわたって不動作となるようなことはきわめて希なこととなる。したがって、これら定電流電源の出力電圧の測定結果および海底装置の給電路接地用の開閉回路の動作状況などを障害点を迂回するルートを通る伝送路に乗せて常時収集し、これら処理すれば、障害位置が、海底分岐装置を含む海底機器のいずれといずれの間にあるかまでを即座に知ることができる。

【0043】本発明の給電方式では、一部の区間だけ給電を停止することができる。海底区間で障害が発生してこれを修理するときには、その障害が発生した区間だけ給電を停止して、障害に直接関係のない区間は給電を継続することが望ましい。すなわちこの海底システムが通信システムであるときには、障害に直接関係のない区間の通信は維持することが望ましいし、また海底システムが観測システムであるときには、障害に直接関係のない区間は観測を継続することが望ましい。このためには、図 3 に示す正負の定電流電源 13 および 14 を陸上からの遠隔制御によって、任意に動作させまたは停止させることが可能であることが必要である。また開閉回路 15

は、本来そなえている定電流電源 13 および 14 の一方または双方が動作停止時に開となる機能とは独立に、この開閉回路 15 を制御することが必要である。

【0044】これを具体的に図 10 の例で説明すると、海底給電装置に挟まれた一区間で修理を行う場合には、この一区間の給電を一時的に停止することが必要である。これは、上で説明した定電流電源の一方または双方が動作を停止したときに、開閉回路 15 を開とするオートモードのほかに、マニュアルモードを設けておくことにより実現することができる。すなわち、障害修理の際には、障害点両端の海底給電装置をマニュアルモードに設定し、これらの給電回路の開閉回路 15 を閉に保って、障害点をはさむ二つの定電流電源の動作を停止させる。このようにすることにより、この障害点を含む一区間のみが給電停止となり、その他の区間は開閉回路 15 を介して給電が継続されるので、障害修理中も給電を停止する区間は最小限にすることができる。障害修理後には、障害修理中に停止した二つの定電流電源をそのまま動作させればシステムは復旧するから、先にマニュアルモードにした設定をオートモードに戻せばすべてが復旧することになる。

【0045】これは図 11 に示すように片側に給電区間がある場合も同様である。すなわち図 11 の例にあるように、海底給電装置と端末との間の半区間で障害が発生しこれを修理する場合にも、障害点に向かう海底給電装置をマニュアルモードに設定し、この給電回路の開閉回路 15 を閉に保ち、この給電回路の障害点に向かう定



電流電源の動作を停止させる。これにより障害点を含む半区間のみが給電停止となり、その他の区間は給電が継続されるから、障害修理中の給電停止区間は最小限にとどまる。

#### 【0046】

【発明の効果】本発明によれば、各種給電障害に対して、動作を停止する海底装置を最小限に抑えることができ、障害の中でも最も発生確率が高い給電線地絡障害に対しては、これが同時に複数箇所で発生しても、条件によっては全海底機器の動作を継続させることができる。これによりシステム全体の信頼性をきわめて高くすることができる。また給電電圧を海底に設置した各給電回路が分担するので、片端、または両端給電に比べて、給電端子電圧を低くすることができるから、ケーブルや機器を高耐圧にする必要がなくなり、これらの経済化と高信頼化を図ることができる。これらのことから、今後さらなる発展が見込まれる、ワールドワイドなインフォメーションネットワークに組み込まれる通信や観測用海底ケーブル網に適用してきわめてその効果が大きい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例方式の全体構成図。

【図2】実施例方式の海底装置および海底ケーブルの構造を説明するブロック図。

【図3】陸揚げケーブルに対応する海底装置の構造を説明するブロック図。

【図4】本発明の原理を説明する二つの海底観測システムの構成図。

【図5】図4で説明した二つの海底観測システムを連結された構成図。

【図6】本発明実施例海底ケーブル伝送方式のシステム

構成図。

【図7】電力線を設置する開閉回路の構成図。

【図8】海底施設のケーブルに沿う給電電位を説明するための図（正常な場合）。

【図9】陸揚げケーブルで障害が発生した場合の給電電位を説明する図。

【図10】海底ケーブルの電力線が接地される障害が発生した場合の給電電位を説明する図。

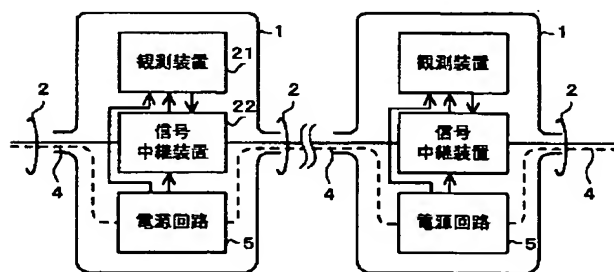
【図11】ケーブル端の区間で電力線が接地される障害が発生した場合を説明するための図。

【図12】第二および第三の開閉回路の動作説明図。

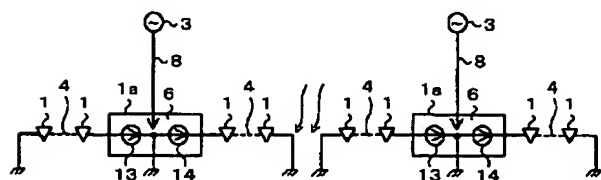
#### 【符号の説明】

- 1 海底装置
- 2 海底ケーブル
- 3 (陸上の) 給電装置
- 4 (海底ケーブル内に実装された) 電力線
- 5 電源回路
- 6 給電回路
- 7 入力端
- 8 陸揚げケーブル
- 10 共通電位点
- 11、12 出力端
- 13、14 定電流電源
- 15 (第一の) 開閉回路
- 16 制御回路
- 21 計測装置
- 22 中継装置
- 32 (第二の) 開閉回路
- 33 (第三の) 開閉回路

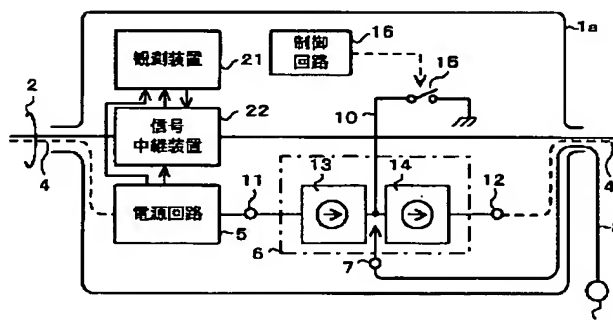
【図2】



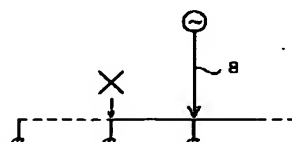
【図4】



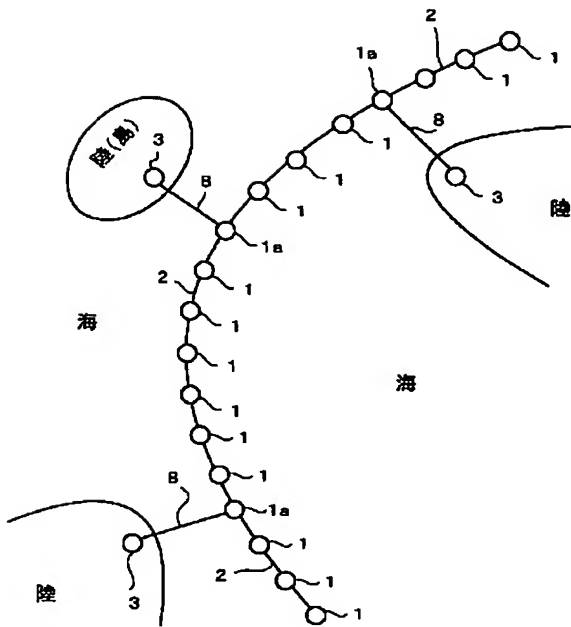
【図3】



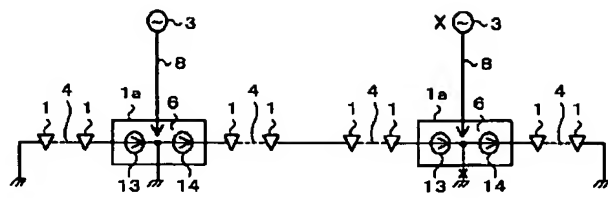
【図11】



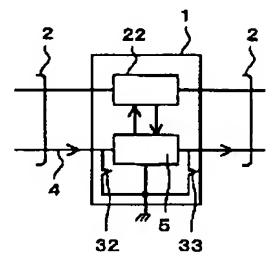
【図 1】



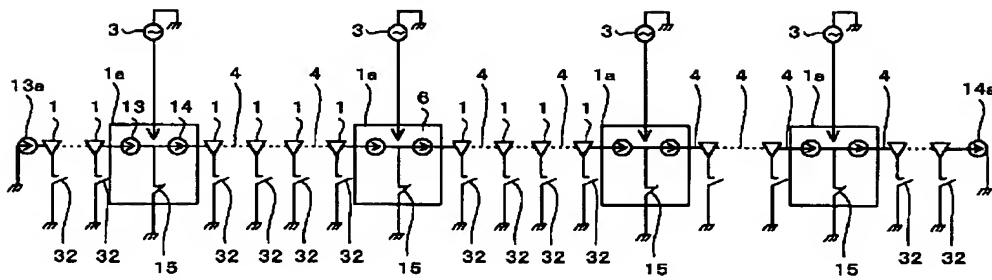
【図 5】



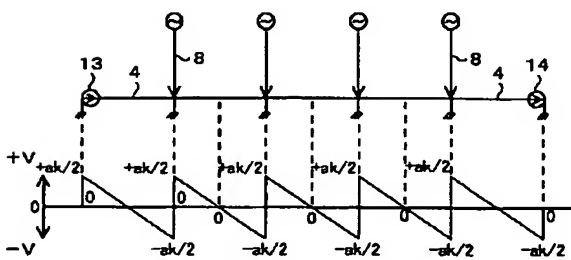
【図 7】



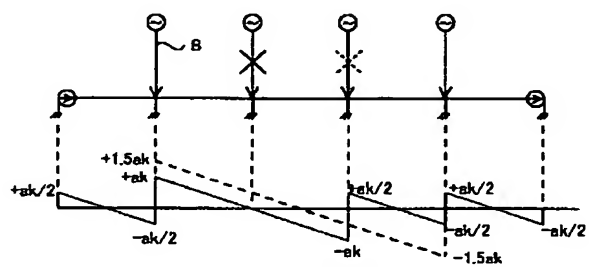
【図 6】



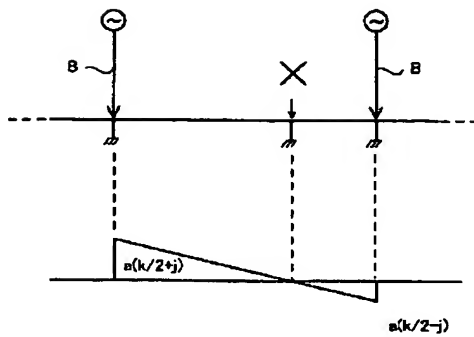
【図 8】



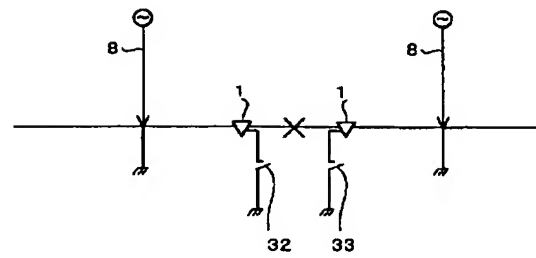
【図 9】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

(72) 発明者 川口 勝義  
神奈川県横須賀市夏島町 2 番地 15 海洋科  
学技術センター内  
(72) 発明者 青柳 勝  
神奈川県横須賀市夏島町 2 番地 15 海洋科  
学技術センター内

(72) 発明者 佐々木 清志  
神奈川県川崎市中原区小杉町一丁目 403 番  
地 日本電気海洋エンジニアリング株式会  
社  
F ターム (参考) 5G375 AA08 AA18 CC02 EA08 EA20  
5K046 AA01 CC01 CC15 PP02 ZZ11